

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-031314

(43)Date of publication of application : 03.02.1998

(51)Int.Cl.

G03F 7/20
H01L 21/027

BEST AVAILABLE COPY

(21)Application number : 08-187454

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 17.07.1996

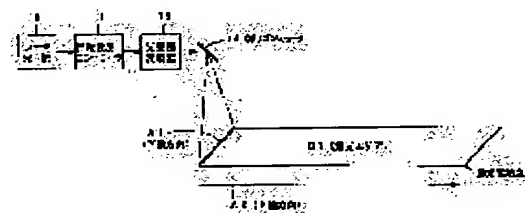
(72)Inventor : ONO AKIHITO
EBE HIROKI

(54) EXPOSING METHOD OF PHOTORESIST

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a three-dimensional pattern in a photoresist by changing the intensity of light beams while scanning the resist with the beams.

SOLUTION: While an XY stage is moved in the X-axis direction at a const. speed and a polygon mirror 14 is rotated, the polygon mirror 14 is irradiated with laser light such a manner that the reflected laser light enters the material to be processed mounted on the XY stage. Thereby, the laser light reflected by the polygon mirror 14 scans in the perpendicular direction to the X-axis. Since the material to be processed is moved in the X-direction, the incident position of the laser light is moved in the X-axis direction. As a result, a rectangular area B1 on the material is exposed. Thus, by scanning the material to be processed with laser light by using a polygon mirror 14 while the material is moved at a const. speed in the X-axis direction, the rectangular area B1 the width of which corresponds to the scanning width by the polygon mirror can be rapidly scanned.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 09.11.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-31314

(43)公開日 平成10年(1998) 2月3日

(51)Int.Cl.⁸

G 0 3 F 7/20
H 0 1 L 21/027

識別記号

5 0 5

庁内整理番号

F I

G 0 3 F 7/20
H 0 1 L 21/30

5 0 5
5 0 2 G
5 1 6 D

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平8-187454

(22)出願日

平成8年(1996) 7月17日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 小野 明史

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 江部 宏樹

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

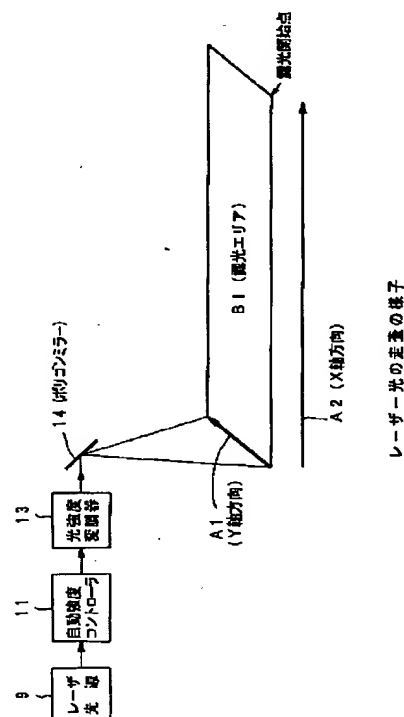
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】 フォトレジストの露光方法

(57)【要約】

【課題】 フォトレジストに3次元のパターンを形成することができるフォトレジストの露光方法を提供する。

【解決手段】 光ビームを走査してフォトレジストに所定パターンを露光する際に、光強度変調器を用いて、走査中の光ビームの強度を変化させ、これにより、フォトレジストの露光深さを所定パターン内において変化させる。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ビームを走査してフォトレジストに所定パターンを露光する際に、

光ビームを走査中に当該光ビームの強度を変化させて、フォトレジストの露光深さを所定パターン内において変化させることを特徴とするフォトレジストの露光方法。

【請求項2】 上記光ビームの強度を連続的に変化させることを特徴とする請求項1記載のフォトレジストの露光方法。

【請求項3】 所望する露光深さが得られるように、フォトレジストの感度特性に基づいて、予め光ビームの強度変化を設定することを特徴とする請求項1記載のフォトレジストの露光方法。

【請求項4】 入力される変調信号に対応して光強度を変調する光強度変調器によって、上記光ビームの強度を変化させることを特徴とする請求項1記載のフォトレジストの露光方法。

【請求項5】 光強度変調器に入力する変調信号と、フォトレジストに入射する光ビームの強度との関係を予め測定し、当該測定結果に基づいて、所望する露光深さが得られるように、光強度変調器に入力する変調信号を設定することを特徴とする請求項4記載のフォトレジストの露光方法。

【請求項6】 フォトレジストの露光深さを変化させることにより、3次元の所定パターンの露光を行うことを特徴とする請求項1記載のフォトレジストの露光方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ビームを走査してフォトレジストに所定パターンを露光するフォトレジストの露光方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの形成等に使用されるフォトレジストに、所定のパターンの露光を行う方法としては、マスク式が一般的である。

【0003】マスク式では、フォトレジストに転写したい所定のマスクパターンが形成されたマスクを使用し、このマスクパターンを透過した光をフォトレジストに照射することにより、フォトレジストに所定パターンの露光を行う。しかしながら、マスク式で、任意形状のパターンに対応するためには、それぞれのパターンに対応したマスクを作製する必要がある、時間や費用がかかるという問題がある。

【0004】これに対して、近年、光ビームを走査することにより、フォトレジストに対して所定パターンを直接露光する方法が使用されるようになってきている。このような走査式による露光では、所定パターンの露光を行うのに、光ビームの走査方法だけを指定すればよく、マスクを作製する必要がない。このため、マスク式に比

2

べて、時間的及び費用的に有利である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の露光方法では、マスク式でも走査式でも、露光対象となる所定パターンは平面状であり、フォトレジストの深さ方向における露光の程度、すなわち露光深さについては一定であった。

【0006】すなわち、マスク式では、フォトレジストの厚み全体にわたって十分に露光するような光を、マスクパターンの全面にわたって、均一に照射することにより、フォトレジストを露光している。また、走査式でも、フォトレジストの厚み全体にわたって十分に露光するような光ビームを用いて走査することにより、フォトレジストを露光している。

【0007】このように、従来の露光方法では、露光に使用される光の強度が一定であり、フォトレジストには、2次元のパターンだけが形成されていた。

【0008】本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、フォトレジストに3次元のパターンを形成することができるフォトレジストの露光方法を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために完成された本発明に係るフォトレジストの露光方法は、光ビームを走査してフォトレジストに所定パターンを露光する際に、光ビームを走査中に当該光ビームの強度を変化させて、フォトレジストの露光深さを所定パターン内において変化させることを特徴とするものである。ここで、光ビームの強度は、連続的に変化させるようにする。

【0010】本発明に係るフォトレジストの露光方法では、光ビームを走査中に当該光ビームの強度を変化させて、フォトレジストの露光深さを所定パターン内において変化させている。したがって、本発明によれば、平面内におけるパターンニングだけでなく、フォトレジストの深さ方向についてもパターンニングを行うことができる。

【0011】特に、光ビームの強度を連続的に変化させるようにしたときは、露光深さを連続的に変化させることが可能となるので、フォトレジストに3次元の任意のパターンを形成することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本発明は以下の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、任意に変更可能であることは言うまでもない。

【0013】まず、本発明の適用の対象となるレーザ光走査装置の一構成例について説明する。

【0014】このレーザ光走査装置は、基板上にフォトレジストが形成された被加工物にレーザ光を照射し、フ

(3)

3

オートレジストを露光するものであり、図1に示すように、レーザ光走査装置1は、マンマシンインターフェース用コンピュータ2に接続された制御用コンピュータ3を備えており、当該制御用コンピュータ3によって制御される。ここで、制御用コンピュータ3は、画像処理ボード4を備えており、この画像処理ボード4によって、被加工物の露光パターンについての処理を行う。

【0015】また、レーザ光走査装置1は、互いに直交するX軸方向及びY軸方向に平行移動可能なXYステージ5と、Y軸方向におけるXYステージ5のステージ位置を検出するYスケール6と、X軸方向におけるXYステージ5のステージ位置を検出するXスケール7と、レーザ光の光路中に配された開始パルス検出器8とを備えている。

【0016】ここで、XYステージ5は、被加工物を固定するための固定用チャックを備えており、この固定用チャックによってXYステージ5上に被加工物が固定される。そして、このXYステージ5は、制御用コンピュータ3に接続されており、制御用コンピュータ3によって、X軸方向及びY軸方向の平行移動が制御される。また、Yスケール6は、制御用コンピュータ3に接続されており、Y軸方向におけるXYステージ5のステージ位置を検出し、制御用コンピュータ3に送出する。同様に、Xスケール7は、制御用コンピュータ3に接続されており、X軸方向におけるXYステージ5のステージ位置を検出し、制御用コンピュータ3に送出する。また、Xスケール7は、後述する光強度変調信号生成器12にも接続されており、X軸方向におけるXYステージ5のステージ位置を光強度変調信号生成器12にも送出する。

【0017】開始パルス検出器8は、レーザ光を走査する際、被加工物の露光パターンとなる位置の外側の部分において、Y軸方向の基準となる位置を検出するためのものであり、Y軸方向の基準となる位置を検出した結果を、後述する光強度変調信号生成器12に送出するようになされている。

【0018】また、レーザ光走査装置1は、レーザ光を出射するレーザ光源9と、レーザ光源9から出射されるレーザ光の光量をコントロールするレーザコントローラ10と、レーザ光源9から出射されるレーザ光の光強度変動を自動調整する自動強度コントローラ11と、アナログの光強度変調信号を生成する光強度変調信号生成器12と、被加工物に入射するレーザ光の強度を変調する光強度変調器13と、回転多面鏡であるポリゴンミラー14と、XYステージ5上に配された光強度検出器15とを備えている。

【0019】ここで、レーザコントローラ10は、制御用コンピュータ3に接続されており、制御用コンピュータ3によって制御される。そして、制御用コンピュータ3により制御されるレーザコントローラ10によって、

4

レーザ光源9から出射されるレーザ光の光量がコントロールされる。また、レーザコントローラ10は、自動強度コントローラ11に接続されている。この自動強度コントローラ11は、レーザ光源9から出射されるレーザ光の光強度を検出し、その光強度に変動があるときは、当該変動を無くすように、レーザ光の光強度を調整するように機能する。

【0020】光強度変調信号生成器12は、制御用コンピュータ3と、光強度変調器13とに接続されており、制御用コンピュータ3による制御に基づいて光強度変調信号を生成し、当該光強度変調信号を光強度変調器13に供給する。

【0021】光強度変調器13は、制御用コンピュータ3と、光強度変調信号生成器12とに接続されており、制御用コンピュータ3によって制御されると共に、光強度変調信号生成器12から供給される光強度変調信号に基づいて、レーザ光の光強度を変調する。すなわち、光強度変調器13には、自動強度コントローラ11によって光強度変動が抑制されたレーザ光が入射され、光強度変調器13は、当該レーザ光の光強度を光強度変調信号に基づいて変調した上で出力する。

【0022】ポリゴンミラー14は、周囲に一連の平面反射面を持った回転部材であり、制御用コンピュータ3によって、その回転が制御される。このポリゴンミラー14は、回転しながら、光強度変調器13から出力されたレーザ光をXYステージ5上に向けて反射する。これにより、XYステージ5上に配された被加工物に対して、レーザ光の走査がなされることとなる。

【0023】光強度検出器15は、制御用コンピュータ3に接続されており、ポリゴンミラー14によって反射されてXYステージ5上に入射するレーザ光の光強度を検出し、当該光強度を制御用コンピュータ3に送出する。このレーザ光走査装置1では、この光強度検出器15によって、実際にXYステージ5上に入射するレーザ光の光強度を検出し、その検出結果を利用して、後述するように、光強度変調器13による光強度変調が適切に行われるようにする。

【0024】上記レーザ光走査装置1では、上述したように、レーザ光の光強度を変調した上で、レーザ光を被加工物に入射する。以下、この光強度の変調を行う光強度変調系について、更に詳細に説明する。

【0025】この光強度変調系は、図2に示すように、レーザ光を出射するレーザ光源9と、レーザ光源9からのレーザ光の光強度の変動を補正する自動強度コントローラ11と、自動強度コントローラ11からのレーザ光の光強度を変調する光強度変調器13と、光強度変調器13からのレーザ光をXYステージ5上に向けて反射するポリゴンミラー14とから構成され、光強度変調が施された上でポリゴンミラー14によって反射されたレーザ光が被加工物16を走査することとなる。また、XY

(4)

5

ステージ5上には、光強度検出器15が配されており、XYステージ5に入射するレーザ光の強度を検出することが可能となる。

【0026】上記レーザ光源9は、レーザコントローラ10によって、出射するレーザ光の光量がコントロールされる。また、自動強度コントローラ11は、レーザコントローラ10による制御に基づいて、レーザ光源9から出射されるレーザ光の光強度を検出し、光強度に変動があるときは、当該変動を無くすように、レーザ光の光量を調整する。また、光強度変調器13は、光強度変調信号生成器12に接続されており、光強度変調信号生成器12から供給される光強度変調信号に基づいて、レーザ光の強度を変調する。また、光強度検出器15は、制御用コンピュータ3に接続されており、ポリゴンミラー14によって反射されてXYステージ5上に入射するレーザ光の光強度を検出し、当該光強度を制御用コンピュータ3に送出する。

【0027】なお、上記光強度変調器13には、光強度変調器13から出力される光強度の最大値を設定する信号（以下、DC入力信号と称する。）と、光強度変調器13から出力される光強度をゼロからDC入力信号によって設定される最大値までの範囲内において変調するための信号（以下、AM入力信号と称する。）との2系統のコントロール信号が、光強度変調信号として入力される。このように、光強度変調器13に2系統のコントロールを信号を入力するようにすることにより、出力の最大振幅を所定範囲内に設定して、光強度を変調することが可能となる。

【0028】つぎに、光強度変調信号を生成し、当該光強度変調信号を光強度変調器13に供給する光強度変調信号生成器12について、図3を参照して詳細に説明する。

【0029】図3に示すように、光強度変調信号生成器12は、制御用コンピュータ3に接続された中央処理装置（CPU）21を備えており、この中央処理装置21によって、制御用コンピュータ3からの信号に基づいて光強度変調信号生成器12の全体の制御を行う。

【0030】また、光強度変調信号生成器12は、外部機器からの入力用インターフェースとして、Xスケール7からの信号を受け付け、XYステージ5のX軸方向の位置を検出するX軸座標比較器22と、開始パルス検出器8からの信号を受け付ける開始パルス用インターフェース23と、ポリゴンミラー14の回転状態を示す信号を受け付け、ポリゴンミラー14の回転数を計測するポリゴンミラー回転数カウンタ24とを備えており、これらに入力された信号は、ゲート回路を含む制御回路25によって処理される。

【0031】また、光強度変調信号生成器12は、ランダムアクセスメモリ（RAM）からなる内部記憶装置26と、レーザ光の走査を行うか否かを判定するためのカ

6

ウンタブロック27と、ドリフトの少ない水晶振動子を用いて基準クロックを発振する基準クロック発振回路28と、光強度変調信号のパルス幅等を調整するためのパルス幅調整回路29と、光強度変調信号をアナログ信号に変換するD/A変換器30と、内部記憶装置26、カウンタブロック27、基準クロック発振回路28、パルス幅調整回路29及びD/A変換器30の制御を行う制御回路31と、光強度変調器13に光強度変調信号を出力するためのマルチプレクサを有するマルチプレクサドライバ32とを備えている。

【0032】この光強度変調信号生成器12は、要求される露光パターン等についてのパラメータを制御用コンピュータ3から受け取り、当該パラメータを内部記憶装置26に記憶した上で、当該パラメータに基づいて、基準クロック発振回路28からの基準クロックを用いて光強度変調信号を生成する。

【0033】このとき、光強度変調信号生成器12は、X軸座標比較器22に入力されるXYステージ5のX軸方向の位置情報、開始パルス用インターフェース23に入力される開始パルス検出器8からの信号、及びポリゴンミラー回転数カウンタ24によって計測されたポリゴンミラー14の回転数等に基づいて、被加工物16上の所定の位置をレーザ光が走査するように、光強度変調信号の同期をとる。

【0034】また、生成される光強度変調信号のパルス幅は、パルス幅調整回路29によって調整される。また、光強度変調信号を生成する際、カウンタブロック27は、レーザ光の走査を行うか否かを判定し、レーザ光の走査を行わないときは、光強度変調器13から出力されるレーザ光の光強度がゼロとなるような光強度変調信号を生成するようにする。そして、生成された光強度変調信号は、D/A変換器30によってアナログ信号に変換された上で、マルチプレクサドライバ32を介して光強度変調器13に供給される。

【0035】つぎに、以上のようなレーザ光走査装置1を用いて行われるレーザ光の走査について説明する。

【0036】図4に、レーザ光の走査の様子を模式的に示す。この図4に示すように、レーザ光を走査する際は、XYステージ5をX軸方向に一定速度で移動させるとともに、ポリゴンミラー14を回転させながら、ポリゴンミラー14によって反射されたレーザ光がXYステージ5に配された被加工物16上に入射するように、ポリゴンミラー14にレーザ光を照射する。このとき、ポリゴンミラー14によって反射されたレーザ光が、X軸方向に対して直交する方向に走査するように、ポリゴンミラー14を配置する。

【0037】これにより、図4中矢印A1に示すように、ポリゴンミラー14によって反射されたレーザ光がX軸に対して直交する方向に走査するとともに、図4中矢印A2に示すように、被加工物16がX軸方向に移動

(5)

7

しているので、当該レーザ光の入射位置がX軸方向に移動することとなる。この結果、被加工物16上の矩形形状のエリアB1が露光されることとなる。

【0038】ここで、本実施の形態では、XYステージ5によって被加工物16をX軸方向に一定速度で移動させたまま、ポリゴンミラー14を用いてレーザ光の走査を行う。これにより、幅がポリゴンミラー14による走査幅に対応した矩形形状のエリアB1を、効率良く速やかに走査することができる。

【0039】また、本実施の形態では、走査中におけるレーザ光の光強度は、光強度変調器13によって変調される。これにより、走査中において、被加工物16に入射するレーザ光の光強度が変化することとなり、この結果、被加工物16であるフォトレジストの露光深さが変化することとなる。

【0040】このようなレーザ光の走査について、更に詳細に説明する。

【0041】レーザ光を走査して、基板上にフォトレジストが形成された被加工物16を露光する際は、先ず、露光パターンや、走査ピッチや、露光領域の配置パターン等のパラメータが、マンマシンインターフェース用コンピュータ2に入力される。

【0042】次に、マンマシンインターフェース用コンピュータ2は、入力されたパラメータを制御用コンピュータ3に転送する。制御用コンピュータ3は、このパラメータに基づいて、XYステージ5、レーザコントローラ10及びポリゴンミラー14等の制御を行う。また、制御用コンピュータ3は、入力されたパラメータのうち、光強度変調信号の生成に必要なパラメータを光強度変調信号生成器12に転送する。そして、光強度変調信号生成器12は、このパラメータを内部記憶装置26に記憶した上で、当該パラメータに基づいて、アナログの光強度変調信号を生成する。

【0043】次に、XYステージ5上に被加工物16を配して、固定用チャックでXYステージ5に被加工物16を固定した上で、被加工物16の位置がレーザ光走査前の所定の位置となるように、Yスケール6及びXスケール7でXYステージ5の位置を検出しながら、XYステージ5を動かす。すなわち、XYステージ5を動かして、被加工物16のX軸方向における位置及びY軸方向の位置が、所定位置となるようにする。このとき、被加工物16のX軸方向における位置は、後述するように被加工物16をX軸方向に若干動かした後に、レーザ光の照射位置が露光エリア内に入るように設定する。

【0044】次に、被加工物16をXYステージ5によってX軸方向に一定速度で移動させるとともに、ポリゴンミラー14を所定の一定速度で回転させる。ここで、ポリゴンミラー14は、高速に回転させて、回転速度にむらが生じないようにし、XYステージ5は、速度にむらが生じないようになめらかに移動させる。なお、XY

8

ステージ5をX軸方向に移動させているとき、XYステージ5のY軸方向の動きは停止させておく。

【0045】このとき、XYステージ5はX軸方向に一定速度で移動しており、ポリゴンミラー14も一定速度で回転しているので、ポリゴンミラー14の回転数は、XYステージ5の移動量に対応している。そこで、露光時のXYステージ5の移動方向であるX軸方向については、ポリゴンミラー14の回転数を移動量の基準として使用する。

【0046】具体的には、XYステージ5をX軸方向に移動する際に、X軸方向の基準となる所定位置（以下、回転数検出開始点と称する。）をX軸座標比較器22によって検出し、回転数検出開始点が検出されたら、その後は、ポリゴンミラー14の回転数を計測し、この値からX軸方向におけるXYステージ5の位置を検出するようにする。このとき、ポリゴンミラー14の回転速度は非常に高速なので、このようにXYステージ5のX軸方向の移動量をポリゴンミラー14の回転数から検出するようにすることにより、X軸方向における移動量を非常に精度良く検出することが可能となる。

【0047】そして、XYステージ5上の被加工物16の位置が露光対象となる目標位置に達したら、すなわち回転数検出開始点以降のポリゴンミラー14の回転数が所定値に達したら、ポリゴンミラー14にレーザ光を入射させ、ポリゴンミラー14によって反射されたレーザ光を被加工物16上において走査させる。このように、XYステージ5をX軸方向にある程度動かした後に、XYステージ5上の被加工物16の位置が露光対象となる目標位置に達するようにすることにより、露光中におけるXYステージ5の移動速度の変動を抑えることができ、露光パターンの精度を向上することができる。

【0048】なお、このようにレーザ光を走査して、被加工物16であるフォトレジストを露光する際、XYステージ5の移動速度、及びポリゴンミラー14の回転速度は一定なので、露光時間は、被加工物16の各位置において一定となる。

【0049】また、このようにレーザ光を走査する際、被加工物16に入射するレーザ光は、その光強度が走査中に変化するように、光強度変調器13によって変調する。すなわち、所定の露光パターンに対応した光強度変調信号を光強度変調信号生成器12によって生成して、当該光強度変調信号を光強度変調器13に供給し、当該光強度変調信号に基づいて光強度変調器13によってレーザ光の強度を変調した上で、レーザ光がポリゴンミラー14に入射するようにする。このとき、光強度変調信号生成器12から光強度変調器13に供給される光強度変調信号は、アナログ信号である。したがって、光強度変調器13から出力されるレーザ光の光強度は、連続的に変化することとなる。

【0050】そして、このように、レーザ光の強度を変

50

9

調することにより、被加工物16に入射するレーザ光の強度が変化し、これにより、平面方向だけでなく、被加工物16であるフォトレジストの深さ方向についても、任意のパターンを形成することができる。

【0051】なお、このように光強度変調器13によってレーザ光の強度を変調する際、光強度変調信号生成器12は、ドリフトの少ない水晶振動子によるクロックを利用して、光強度変調信号を生成する。これにより、各走査毎の光強度変調のずれが減少する。

【0052】また、光強度変調信号生成器12は、回転数検出開始点を基準としてトリガ同期をとって、光強度変調信号を生成する。これにより、矩形上の1パターンについての露光が完了した後、被加工物16をY軸方向に所定量だけ動かして、繰り返し、矩形状のパターンについての露光を行うようなとき、各パターン間の位置関係を精度良く対応させることが可能となる。

【0053】そして、以上のようにレーザ光を走査して被加工物16を露光している間、ポリゴンミラー14の回転数を計測し、ポリゴンミラー14の回転数が所定値に達したら、すなわちXYステージ5のX軸方向に移動量が所定値に達したら、レーザ光の走査を中止する。これにより、幅がポリゴンミラー14による走査幅に対応した矩形状の1パターンについて、レーザ光が走査され、当該パターンの露光が完了する。

【0054】なお、所望する露光パターンが、1回の走査によって得られる矩形状のパターンよりも大きいときには、以上の処理を繰り返して、矩形状のパターンの露光を繰り返すようにする。これにより、大きな面積の露光パターンについても、レーザ光の走査が可能となる。

【0055】以上のような方法では、XYステージ5をX軸方向に一定速度で動かしたままレーザ光を走査するので、非常に効率良く高速でレーザ光を走査して被加工物16であるフォトレジストを露光することができる。

【0056】また、以上のような方法では、光強度変調器13によって被加工物16であるフォトレジストに入射するレーザ光の強度を連続的に変化させることができる。したがって、フォトレジストの深さ方向についても、露光パターンをコントロールすることができる。すなわち、本実施の形態では、フォトレジストに3次元の任意のパターンを形成することができる。

【0057】ところで、従来は、XYステージ5を停止させた状態でレーザ光を走査して、レーザ光の1回の走査が完了する毎に、XYステージ5を移動させて、その絶対的な位置を設定するようにしていた。このため、XYステージ5の絶対的な位置を精度良く設定する必要がある、XYステージ5として、非常に高精度に位置決めを行うことができるものが必要だった。これに対して、本実施の形態では、XYステージ5を一定速度で動かしながら、レーザ光の走査を行っている。そして、XYステージ5を一定速度で滑らかに動かすことは比較的容

(6)

10

易であり、特に高精度なステージ系を用意する必要はない。したがって、本実施の形態では、XYステージとして、廉価なものを使用することが可能である。

【0058】以上のようにレーザ光を走査して、被加工物16であるフォトレジストの深さ方向についてもパターンを変化させて露光する際には、フォトレジストに入射するレーザ光の光強度を、所望するパターンに精度良く対応するように設定する必要がある。換言すれば、フォトレジストに入射するレーザ光の光強度変調を行うための光強度変調信号を、所望する露光深さに精度良く対応するように算出して設定する必要がある。そこで、以下、光強度変調信号の算出方法について、詳細に説明する。なお、本実施の形態では、一定速度でレーザ光を走査するので、露光パターンの各位置における露光時間は一定である。したがって、露光深さは、入射されるレーザ光の光強度によってコントロールされる。

【0059】光強度変調器13の変換特性は、常に一定であるとは限らず、環境や使用時間等によって若干変化する。そして、光強度変調器13の変換特性が変化すると、光強度変調器13に入力する光強度変調信号と、光強度変調器13から出力されてフォトレジストに入射するレーザ光の光強度との対応関係が変化することとなる。

【0060】そこで、フォトレジストの露光の直前に、光強度変調器13に入力する光強度変調信号と、光強度変調器13から出力されてフォトレジストに入射するレーザ光の光強度との対応関係を測定し、当該測定結果に基づいて、光強度変調器13による光強度変調が適切に行われるように光強度変調信号を算出する。これにより、光強度変調器13の変換特性の変化に起因する光強度の変動を最小限に抑えることができる。また、これにより、光強度変調器13として変換特性の変化が少ない高性能なものを使用する必要がなくなり、装置の低コスト化を図ることもできる。

【0061】ここで、光強度変調器13から出力されてフォトレジストに入射するレーザ光の光強度は、実際にXYステージ5にレーザ光を入射し、当該レーザ光の光強度をXYステージ5上に配した光強度検出器15によって検出することにより測定する。このように、光強度変調信号と光強度の対応関係を、フォトレジストの露光の直前に、実際に露光に使用される光学系を用いて測定することにより、光強度変調信号と光強度の対応関係について、実際に露光するときの対応関係に非常に近いものが得られる。

【0062】なお、この測定は、新たなフォトレジストを露光する毎に、制御用コンピュータ3の制御により自動的に行うように、制御用コンピュータ3に処理を登録しておく。これにより、複数のフォトレジストについて露光を行うようなときにも、非常に短時間で処理を行うことができ、作業効率が大幅に向上する。

(7)

11

【0063】また、フォトレジストの感度特性は、フォトレジストの種類等によって異なっている。すなわち、フォトレジストは、図5に示すように、露光強度と露光深さの関係が種類等によって異なっている。なお、図5では、具体例として、種類の異なる第1のフォトレジスト、第2のフォトレジスト、及び第3のフォトレジストについて、それらの感度特性 F_1 、 F_2 、 F_3 をグラフ化して示している。

【0064】そこで、光強度変調信号は、所望する露光深さが得られるように、フォトレジストの感度特性を考慮して算出する。なお、フォトレジストの感度特性が分かっているときは、予め露光テストを行い、フォトレジストの種類や保存期間等によって、感度特性がどのように異なるかを調べ、その結果に基づいて、光強度変調信号を算出するようにする。

【0065】以上のように、光強度変調器13の変換特性や、フォトレジストの感度特性を考慮して、光強度変調信号を算出する際の処理の流れについて、図6のフローチャートを参照して説明する。

【0066】光強度変調信号を算出する際は、まず、ステップS1において、所望する露光パターン、被加工物16となるフォトレジストの感度特性、及び光強度変調器の変換特性等のパラメータを入力する。なお、フォトレジストの感度特性は、使用されるであろう複数のフォトレジストについて予め感度特性を調べておき、それらの感度特性の中から、実際に使用するフォトレジストの感度特性を選択するようにする。また、露光パターンも、予め複数の露光パターンを登録しておき、それらの露光パターンの中から、実際に露光する露光パターンを選択するようにしてもよい。

【0067】次に、ステップS2において、ステップS1で入力された露光パターン及びフォトレジストの感度特性から、最大露光深さに相当する光強度を求め、その光強度を、フォトレジストに入射するレーザ光の光強度の最大値として設定する。すなわち、フォトレジストに入射するレーザ光の光強度の最大値が、所望する露光パターンの最大露光深さに相当する光強度となるように、レーザ光源9から出射されるレーザ光の光強度と、自動強度コントローラ11によるレーザ光の光強度の調整の程度と、光強度変調器13に入力される光強度変調信号のうちのDC入力信号とを設定する。ただし、レーザ光源9の時間的な安定度と自動強度コントローラ11の特性上の観点から、レーザ光源9及び自動強度コントローラ11の設定は一定の値とし、フォトレジストに入射するレーザ光の光強度は、光強度変調器13に入力されるDC入力信号だけで変化させるようにすることが好ましい。

【0068】次に、ステップS3において、図7に示すように、1回のレーザ光走査分について、ステップS1で入力された露光パターンPに対応した、所定の厚み t

12

1のフォトレジストFの表面からの露光深さ t_2 を算出する。

【0069】次に、ステップS4において、ステップS1で入力されたフォトレジストの感度特性に基づいて、ステップS3で算出された露光深さを得るために必要な光強度を算出する。

【0070】次に、ステップS5において、ステップS1で入力された光強度変調器13の変換特性に基づいて、ステップS4で算出された光強度を得るために必要な光強度変調信号を算出する。なお、ここで算出されるのは、光強度変調器13に入力される光強度変調信号のうちのAM入力信号である。そして、このAM入力信号は、アナログの振幅変調信号とされるので、露光深さの連続的な変化を実現することができる。

【0071】次に、ステップS6において、全てのレーザ光走査分について、光強度変調信号の算出が完了したかを判別し、光強度変調信号の算出が完了していないときは、ステップS3に戻って処理を繰り返し、光強度変調信号の算出が完了しているときは、処理を終了する。

【0072】以上のステップにより、フォトレジストの感度特性と、光強度変調器13の変換特性とが考慮され、所望する露光深さに精度良く対応した光強度変調信号が算出される。

【0073】ところで、上記光強度変調信号の算出方法では、光強度変調器13の変換特性と、フォトレジストの感度特性とを独立して扱っている。したがって、上記光強度変調信号の算出方法では、フォトレジストの種類を変えたり、フォトレジストが経時変化してしまうことにより、フォトレジストの感度特性が変化したりしたときも、フォトレジストの感度特性が変化した分を補って、光強度変調信号を再び容易に算出することができる。すなわち、光強度変調器13の変換特性と、フォトレジストの感度特性とを独立して扱うことにより、フォトレジストの感度特性の変化に対して、容易に対応することが可能となる。また、光強度変調器13の変換特性と、フォトレジストの感度特性とを独立して扱っているため、光強度変調信号の算出のもととなるフォトレジストの感度特性として、意図的に実際の感度特性と異なるものを設定することにより、特異な形状の露光パターンを得ることも可能である。

【0074】以上のようにレーザ光を走査してフォトレジストを露光する方法は、例えば、強誘電性液晶を用いたFLC (ferroelectric liquid crystal) ディスプレイを製造する際に適用することができる。

【0075】FLCディスプレイは、図8に示すように、ガラス等からなる透明な基板50と、同様にガラス等からなる透明な基板51とが、それらの間に強誘電性液晶52を挟んだ状態で圧着され、周囲が接着剤53で封止されて構成される。ここで、基板50の内面には、酸化インジウムスズ (ITO: indium tin oxide) 等か

(8)

13

らなる多数本の透明電極層54がストライプ状に形成されるとともに、これらの透明電極層54が被覆した状態で光硬化性樹脂からなる液晶配向膜55が被着される。この液晶配向膜55には、鋸歯状の非対称凸部55aが設けられている。また、この液晶配向膜55には、断面台形状の柱状の複数の突条部55bが、基板50の一端から他端に至るまで、所定間隔にて設けられている。また、他方の基板51の内面にも、基板50と同様に、透明電極層56と、鋸歯状の非対称凸部57aが形成された液晶配向膜57とが形成されている。そして、基板50と基板51は、基板50の液晶配向膜55と、基板51の液晶配向膜57とが互いに対向するように配されている。

【0076】上記基板50上に形成される液晶配向膜55を拡大した斜視図を図9に示す。このように、液晶配向膜55の表面には、断面台形状の柱状の突条部55bと、鋸歯状の非対称凸部55aとが連続的に形成されている。そこで、このような液晶配向膜55を形成する際に、上述のようにレーザ光を走査してフォトレジストを露光する方法を適用する。

【0077】すなわち、上記液晶配向膜55を形成する際に、ガラス原盤上にフォトレジストを塗布し、当該フォトレジストを、上述のようにレーザ光の光強度を連続的に変化させながら露光する。これにより、断面台形状の柱状の突条部55bと、鋸歯状の非対称凸部55aとに対応するように、フォトレジストの露光深さを連続的に変化させることができる。そして、露光が完了したら、フォトレジストの現像を行い、その後、現像が完了したフォトレジスト上にメッキを形成する。そして、当該メッキをフォトレジストから剥離し、これを原盤として用いて液晶配向膜55を形成する。これにより、断面台形状の柱状の突条部55bと、鋸歯状の非対称凸部55aとが連続的に形成された液晶配向膜55を形成することができる。また、他方の液晶配向膜57についても、同様に形成できることは言うまでもない。

【0078】なお、ここでは、本発明の用途としてFLCディスプレイの液晶配向膜の形成を例に挙げたが、当

14

然の事ながら、本発明はレーザ光を所定パターンにて走査するような用途に広く適用可能である。

【0079】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明では、光ビームを走査中に当該光ビームの強度を変化させているので、フォトレジストに3次元のパターンを形成することができる。すなわち、本発明によれば、フォトレジストを平面状のパターンについて利用するだけでなく、3次元の立体的なパターンの形成についても利用することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】レーザ光走査装置の一構成例を示すブロック図である。

【図2】図1に示したレーザ光走査装置の光強度変調系の一構成例を示すブロック図である。

【図3】図1に示したレーザ光走査装置の光強度変調信号生成器の一構成例を示すブロック図である。

【図4】レーザ光の走査の様子を示す模式図である。

【図5】フォトレジストの感度特性の例を示す図である。

【図6】光強度変調信号算出のフローチャートの一例である。

【図7】フォトレジストの露光深さを示す断面図である。

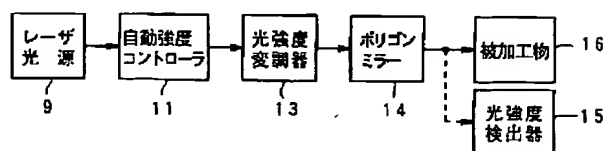
【図8】FLCディスプレイの一構成例を示す断面図である。

【図9】FLCディスプレイの液晶配向膜の一例を示す斜視図である。

【符号の説明】

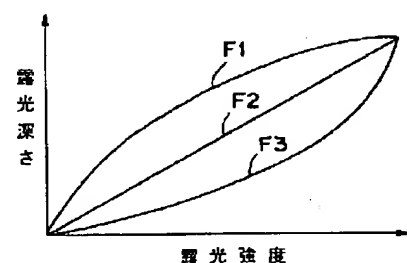
1 レーザ光走査装置、 2 マンマシンインターフェース用コンピュータ、 3 制御用コンピュータ、 4 画像処理ボード、 5 XYステージ、 6 Yスケール、 7 Xスケール、 8 開始パルス検出器、 9 レーザ光源、 10 レーザコントローラ、 11 自動強度コントローラ、 12 光強度変調信号生成器、 13 光強度変調器、 14 ポリゴンミラー、 15 光強度検出器

【図2】



光強度変調系

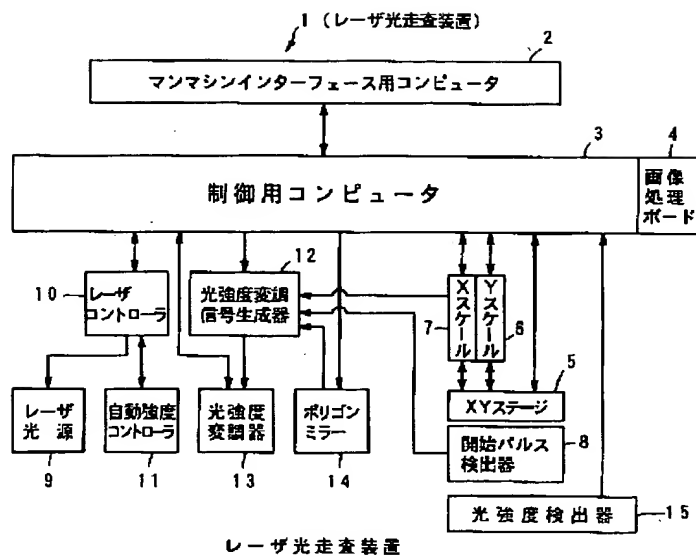
【図5】



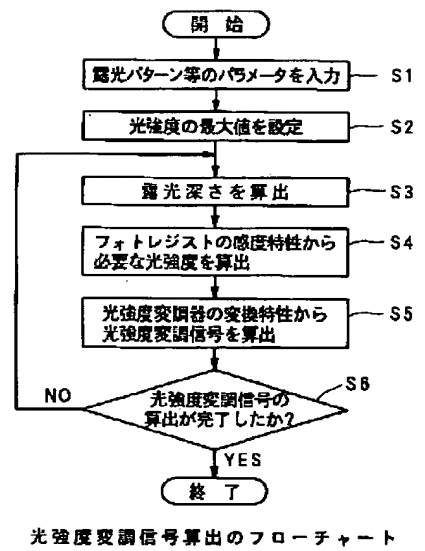
フォトレジストの感度特性

(9)

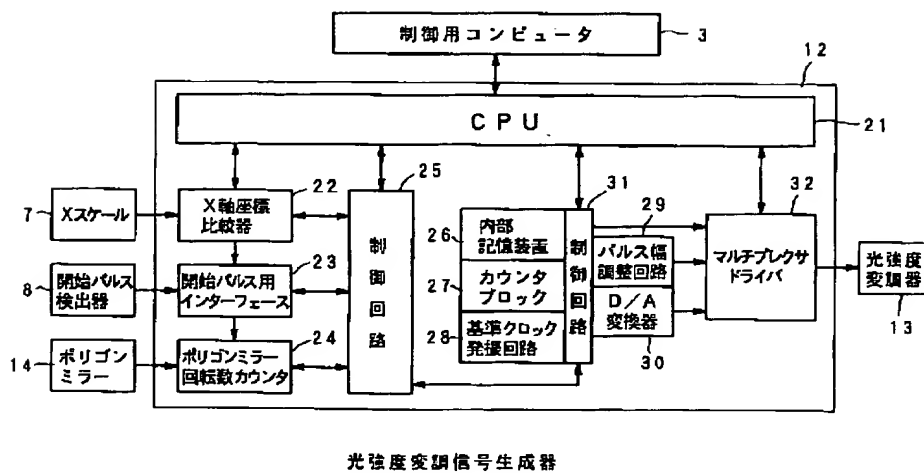
【図1】



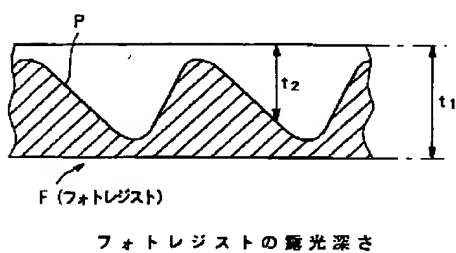
【図6】



【図3】

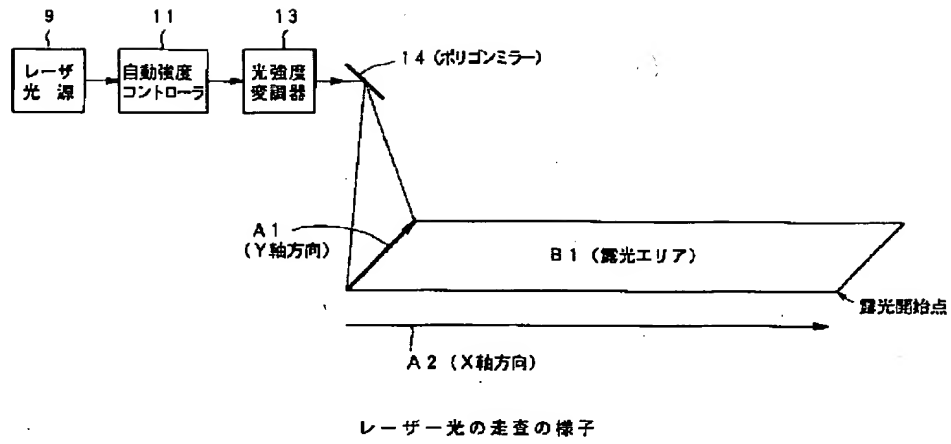


【図7】

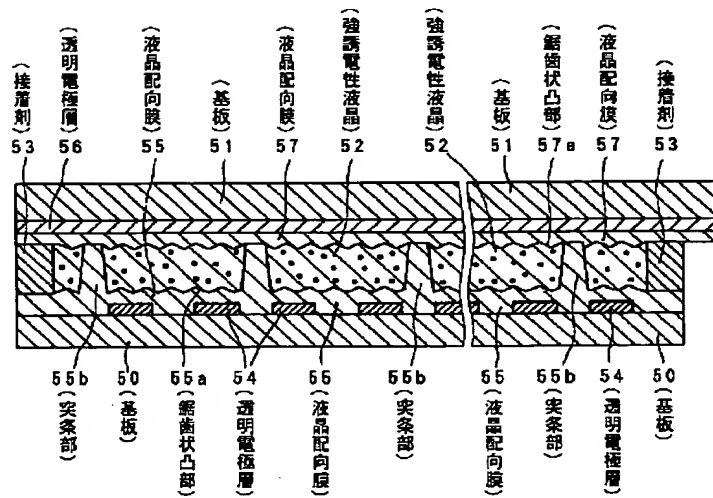


(10)

【図4】



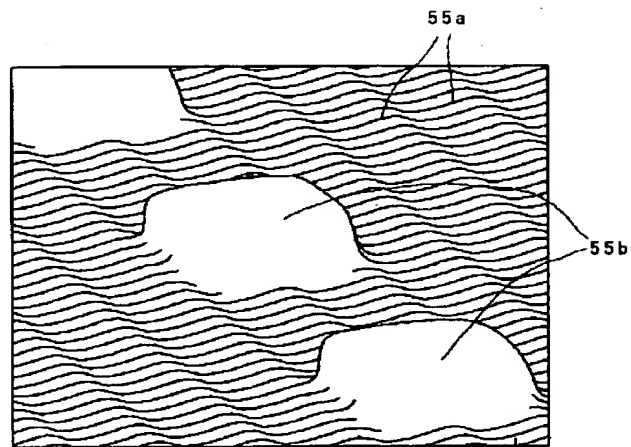
【図8】



FLCディスプレイ

(11)

【図9】



FLCディスプレイの液晶配向膜